

DIN EN ISO 15548-1

ICS 19.100

Ersatz für
DIN EN ISO 15548-1:2010-06

**Zerstörungsfreie Prüfung –
Technische Ausrüstung für die Wirbelstromprüfung –
Teil 1: Kenngrößen von Prüfgeräten und deren Verifizierung
(ISO 15548-1:2013);
Deutsche Fassung EN ISO 15548-1:2013**

Non-destructive testing –
Equipment for eddy current examination –
Part 1: Instrument characteristics and verification (ISO 15548-1:2013);
German version EN ISO 15548-1:2013

Essais non destructifs –
Appareillage pour examen par courants de Foucault –
Partie 1: Caractéristiques de l'appareil et vérifications (ISO 15548-1:2013);
Version allemande EN ISO 15548-1:2013

Gesamtumfang 36 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 15548-1:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird, erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-24 AA „Elektrische und magnetische Prüfverfahren“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 12718	siehe	DIN EN ISO 12718
ISO 15549	siehe	DIN EN ISO 15549

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 15584-1:2010-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument inhaltlich und redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13860-1: 2003-05
DIN EN ISO 15548-1: 2009-01, 2010-06

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 12718, *Zerstörungsfreie Prüfung — Wirbelstromprüfung — Terminologie*

DIN EN ISO 15549, *Zerstörungsfreie Prüfung — Wirbelstromprüfung — Allgemeine Grundlagen*

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung —
Technische Ausrüstung für die Wirbelstromprüfung —
Teil 1: Kenngrößen von Prüfgeräten und deren Verifizierung
(ISO 15548-1:2013)

Non-destructive testing —
Equipment for eddy current examination —
Part 1: Instrument characteristics and verification
(ISO 15548-1:2013)

Essais non destructifs —
Appareillage pour examen par courants de Foucault —
Partie 1: Caractéristiques de l'appareil et vérifications
(ISO 15548-1:2013)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. November 2013 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Kenngrößen von Wirbelstromprüfgeräten	5
4.1 Allgemeine Kenngrößen	5
4.1.1 Prüfgeräte-Bauart	5
4.1.2 Stromversorgung	5
4.1.3 Sicherheit	6
4.1.4 Technische Ausführung	6
4.1.5 Mechanische Ausführung	6
4.1.6 Umwelteinflüsse	6
4.2 Elektrische Kenngrößen	6
4.2.1 Allgemeines	6
4.2.2 Funktionsblockschaltbild	7
4.2.3 Generatoreinheit	7
4.2.4 Kenngrößen der Eingangsstufe	8
4.2.5 Abgleich	8
4.2.6 Verarbeitung von HF-Signalen	8
4.2.7 Verarbeitung von demodulierten Signalen	9
4.2.8 Ausgang und Signalanzeige	10
4.2.9 Digitalisierung	11
5 Verifizierung	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Stufen der Verifizierung	12
5.3 Verifizierungsverfahren	12
5.4 Korrekturmaßnahmen	13
6 Messung der elektrischen Kenngrößen des Prüfgerätes	13
6.1 Messanforderungen	13
6.2 Generatoreinheit	13
6.2.1 Erregerfrequenz	13
6.2.2 Klirrverzerrung	14
6.2.3 Quellimpedanz	15
6.2.4 Maximale Ausgangsspannung V_{Omax}	16
6.2.5 Maximaler Ausgangsstrom I_{Omax}	16
6.3 Kenngrößen der Eingangsstufe	16
6.3.1 Maximal zulässige Eingangsspannung	16
6.3.2 Eingangswiderstand	18
6.4 Signalverarbeitung	18
6.4.1 Allgemeines	18
6.4.2 Messbedingungen	19
6.4.3 Abgleich	19
6.4.4 Oberwellendämpfung	20
6.4.5 Frequenzgang der Signalverarbeitungsstufe	20
6.4.6 Bandbreite	22
6.4.7 Phasenlinearität	22

6.4.8	Komponentenorthogonalität	23
6.4.9	Genauigkeit der Verstärkungseinstellung	24
6.4.10	Genauigkeit der Phaseneinstellung	24
6.4.11	Übersprechen	25
6.4.12	Gleichtaktunterdrückung	27
6.4.13	Maximaler Geräte-Störuntergrund	28
6.5	Ausgang	29
6.6	Digitalisierung.....	29
Anhang A (informativ) Prinzip des Frequenzschwebungsverfahrens.....		30
Anhang B (informativ) Verfahren zur Messung des Linearitätsbereiches zwischen einem Ausgang und einem Eingang		32
Anhang C (normativ) Alternative Messung der Eingangsimpedanz		33

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 15548-1:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2014 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 15548-1:2008.

ISO 15548 besteht unter dem allgemeinen Titel *Non-destructive testing — Equipment for eddy current examination* aus den folgenden Teilen:

- *Part 1: Instrument characteristics and verification*
- *Part 2: Probe characteristics and verification*
- *Part 3: System characteristics and verification*

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 15548-1:2013 wurde vom CEN als EN ISO 15548-1:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 15548 legt die Funktionskenngrößen von Wirbelstromprüfgeräten für die allgemeine Anwendung fest und enthält Verfahren für deren Messung und Verifizierung.

Die Beurteilung dieser Kenngrößen ermöglicht eine genaue Beschreibung und Vergleichbarkeit von Wirbelstromprüfeinrichtungen.

Durch sorgfältige Auswahl der Kenngrößen kann ein reproduzierbares und effektives Wirbelstromprüfsystem für spezifische Anwendungen entworfen werden.

Bei der Verwendung von Zubehörteilen werden diese nach den Grundsätzen dieses Teils von ISO 15548 charakterisiert.

Dieser Teil von ISO 15548 enthält weder Vorschriften für den Umfang der Verifizierung noch für die Annahmekriterien der Kenngrößen. Diese sind in den Anwendungsdokumenten enthalten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 12718, *Non-destructive testing — Eddy current testing — Vocabulary*

ISO 15549, *Non-destructive testing — Eddy current testing — General principles*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12718.

4 Kenngrößen von Wirbelstromprüfgeräten

4.1 Allgemeine Kenngrößen

4.1.1 Prüfgeräte-Bauart

- a) Ein Prüfgerät ist für allgemeine Anwendungszwecke vorgesehen, wenn die Beziehung zwischen der gemessenen Größe und der Anzeige oder dem Ausgang vom Anwender festgelegt wird. An dieses Prüfgerät können eine Reihe von Sensoren angeschlossen sein. Der Prüfgerätehersteller muss Informationen hinsichtlich der internen elektrischen Kenngrößen bereitstellen, damit der Anwender sein Prüfsystem entsprechend auslegen kann. Das Prüfsystem muss ISO 15549 entsprechen. Der Anwender muss Frequenz, Verstärkung, Abgleich (sofern nicht selbstabgleichend), Phasenlage, Filter, Verstärkung und Nullpunkt der Anzeige einstellen können.
- b) Ein Prüfgerät ist für eine Sonderanwendung vorgesehen, wenn die Beziehung zwischen der gemessenen Größe und der Anzeige oder dem Ausgang für den Einsatzbereich ausdrücklich festgelegt ist. Für ein solches Prüfgerät ist der Sensor festgelegt. Für diesen Prüfgerätetyp kann dieser Teil von ISO 15548 teilweise angewendet werden.

4.1.2 Stromversorgung

Das Prüfgerät kann aus Batterien oder aus dem lokalen Wechselspannungsnetz versorgt werden. Die Nennwerte von Spannung, Frequenz und Leistungsaufnahme müssen gemeinsam mit den zulässigen Grenzabweichungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb angegeben werden.

4.1.3 Sicherheit

Das Prüfgerät und dessen Zubehör müssen den geltenden Sicherheitsvorschriften entsprechen, z. B. hinsichtlich elektrischer Gefährdung, Oberflächentemperatur, Explosionsgefahr usw.

4.1.4 Technische Ausführung

Das Prüfgerät kann vollständig analog oder analog/digital arbeiten.

Die Erregung kann mit Einzelfrequenz, Mehrfrequenz, Frequenzsweep oder Impuls erfolgen.

Das Prüfgerät kann ein- oder mehrkanalig sein.

Die Prüfgeräteeinstellungen können manuell, ferngesteuert, gespeichert oder voreingestellt vorgenommen werden.

Das Prüfgerät muss Komponentenausgänge besitzen und kann mit oder ohne eingebaute(r) Anzeige ausgerüstet sein.

4.1.5 Mechanische Ausführung

Das Prüfgerät kann tragbar oder in einem Schrank eingebaut sein oder an einem Gestell befestigt werden, wobei die Komponententeile in das Gerät integriert oder modular aufgebaut sind.

Für das Prüfgerät und seine Zubehörteile müssen Gewicht und Größe festgelegt sein.

Die Stecker und Buchsen müssen hinsichtlich der Bauart und der Stiftbelegung festgelegt sein.

Die Modell- und Seriennummern des Prüfgerätes müssen deutlich lesbar und an einer Stelle angebracht sein, die zum Ablesen zugänglich ist.

4.1.6 Umwelteinflüsse

Die Aufwärmzeit, die für das Prüfgerät zum Erreichen der stabilen Betriebsbedingungen innerhalb festgelegter Grenzwerte erforderlich ist, muss angegeben sein.

Temperatur, Luftfeuchte und Vibrationsbereiche für bestimmungsgemäßen Betrieb, Lagerung und Transport müssen für das Prüfgerät und seine Zubehörteile festgelegt sein.

Das Prüfgerät muss den geltenden Regelungen hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) entsprechen.

4.2 Elektrische Kenngrößen

4.2.1 Allgemeines

Die elektrischen Kenngrößen eines Prüfgerätes müssen nach dessen Aufwärmzeit bewertet werden.

Die elektrischen Kenngrößen sind nur für die angegebenen Betriebsbedingungen gültig.

Sofern zutreffend, muss die zeitliche Stabilität der Kennwerte gemeinsam mit den dafür festgelegten Umweltbedingungen angegeben sein.

Die elektrischen Kenngrößen gelten für verschiedene Teile des Funktionsblockschaltbildes des Prüfgerätes. Gegebenenfalls werden sie vom Hersteller bereitgestellt. Einige dieser Kenngrößen können nach der Methode in Abschnitt 6 verifiziert werden.

4.2.2 Funktionsblockschaltbild

Das Funktionsblockschaltbild für ein typisches Wirbelstromprüfgerät für allgemeine Anwendung ist in Bild 1 dargestellt.

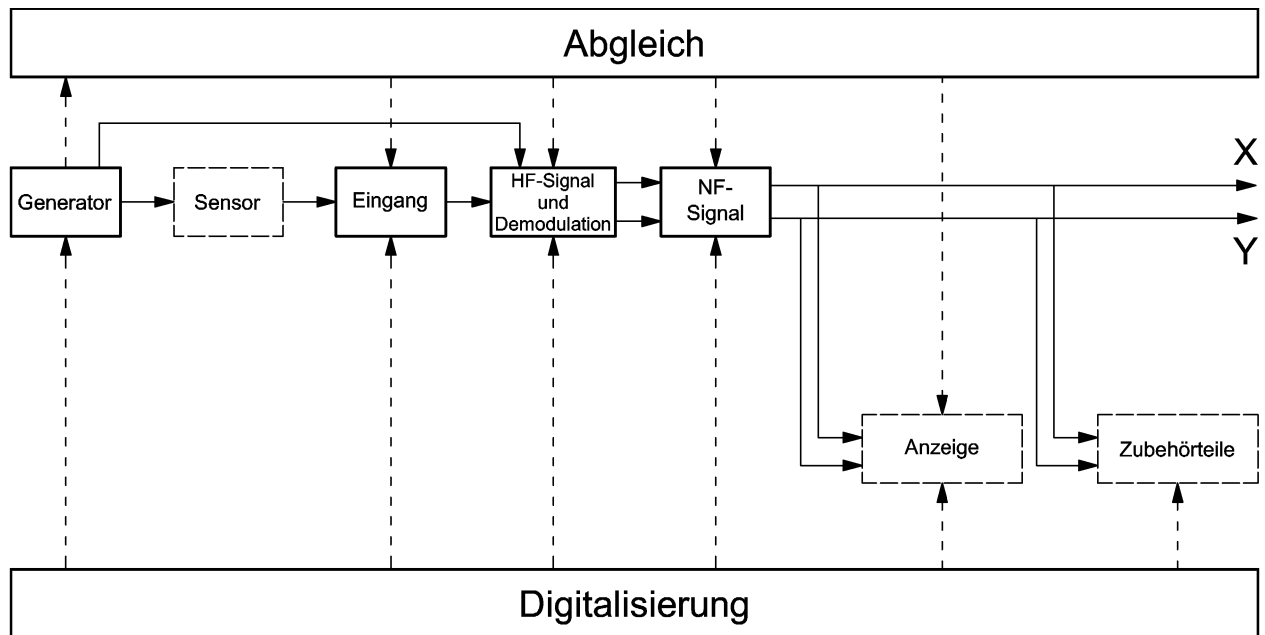


Bild 1 — Funktionsblockschaltbild eines Wirbelstromprüfgerätes

4.2.3 Generatoreinheit

Die Generatoreinheit ist die Quelle für die Erregung.

Im Falle einer Wechselerregung (sinus-, dreieck-, rechteckförmig usw.) sind folgende Kenngrößen festzulegen:

- Art des Generators: Strom oder Spannung;
- Art der Erregung: Ein- oder Mehrfrequenz;
- Frequenzeinstellung: Bereich, Schrittwerte, Abweichung vom Nennwert;
- Klirrfaktor;
- Amplitudeneinstellung: Bereich, Schrittwerte, Abweichung vom Nennwert, maximale Ausgangsspannung oder maximaler Ausgangsstrom;
- Quellimpedanz mit zugehöriger Frequenzabhängigkeit.

Im Falle einer Mehrfrequenzerregung muss angegeben sein, ob die Frequenzen gleichzeitig oder im Multiplexverfahren, unabhängig oder in bestimmter Beziehung zueinander wirksam sind. Wenn zutreffend, muss die Multiplexreihenfolge angegeben werden.

4.2.4 Kenngrößen der Eingangsstufe

Die Eingangsstufe ist die Schnittstelle zwischen dem Sensor und dem Prüfgerät. Sie übernimmt die Impedanzanpassung und die geforderte Verstärkung.

Die festzulegenden Kenngrößen sind wie folgt:

- Eingangsimpedanz mit zugehöriger Frequenzabhängigkeit;
- Einstellbereich der Verstärkung, Schrittwerte, Abweichung vom Nennwert;
- maximale Eingangsspannung;
- Parameter der Gleichtaktunterdrückung, sofern zutreffend.

4.2.5 Abgleich

Der Abgleich ist die Kompensation des Signals, um einen bestimmten Arbeitspunkt, z. B. null, zu erreichen. Die Kompensation kann manuell oder automatisch, in der Eingangsstufe oder bei der Verarbeitung des HF-Signals oder eines demodulierten Signals oder an der Anzeige vorgenommen werden.

Die festzulegenden Kenngrößen sind wie folgt:

- maximaler kompensierbarer Eingangsbereich;
- Restwert bei Abgleich (angegeben als prozentualer Anteil eines festgelegten Bereiches, z. B. Skalenendwert).

4.2.6 Verarbeitung von HF-Signalen

4.2.6.1 HF-Filterung

Filter verringern den Anteil der Signalfrequenz, der unerwünschte Einflüsse auf das Prüfergebnis haben kann.

Filter, die vor der Demodulation angewendet werden, werden als Trägerfrequenzfilter (HF-Filter) bezeichnet. Diese Filter sind üblicherweise Bandpassfilter, die alle Signalfrequenzen unterdrücken, die nicht der Erregerfrequenz entsprechen.

Die festzulegenden Kenngrößen sind wie folgt:

- Verstärkung;
- Bandbreite bei einer Dämpfung von 3 dB;
- Dämpfungsanstieg;
- Einschwingverhalten.

4.2.6.2 HF-Verstärkung

Die festzulegenden Kenngrößen sind wie folgt:

- Einstellbereich der Verstärkung, Stufengröße, Abweichung vom Nennwert;
- Eingangssignalbereich;
- Bandbreite;
- Ausgangssättigungspegel.

4.2.6.3 Demodulation

Mit einer phasenselektiven Demodulation werden die Vektoranteile aus dem HF-Signal bestimmt.

Bei einer positiven Demodulationspolarität führt eine Verzögerung im Signal zu einer Drehung des Signalvektors im Uhrzeigersinn. Die Demodulationspolarität muss positiv sein und muss bestätigt werden.

Die festzulegenden Kenngrößen sind wie folgt:

- Wellenform des Bezugssignals, z. B. Sinus, Rechteck, Impuls;
- Bandbreite für jede Wellenform des Bezugssignals;
- phasenabhängige Amplitudenabweichungen;
- phasenabhängige Phasenabweichungen.

Mit einer Amplitudendemodulation werden niederfrequente Veränderungen der Amplitude aus dem HF-Signal bestimmt.

4.2.7 Verarbeitung von demodulierten Signalen

4.2.7.1 Vektorverstärkung

Die Vektorverstärkung besteht üblicherweise aus zwei identischen Übertragungskanälen, die einen gleichartigen Aufbau besitzen. Die Kanäle verstärken die Vektoranteile, die nach der phasenselektiven Demodulation zur Verfügung stehen. Bei einigen Prüfgeräten können diese Vektoranteile mit unterschiedlichen Verstärkungsfaktoren verstärkt werden.

Die festzulegenden Kenngrößen sind wie folgt:

- Einstellbereich der Verstärkungsfaktoren, Stufengröße, Abweichung vom Nennwert;
- Eingangssignalbereich;
- Bandbreite;
- Ausgangssättigungspegel.

4.2.7.2 NF-Filterung

Die Filter, die nach der Demodulation eingesetzt werden, werden als Niederfrequenzfilter (NF-Filter) bezeichnet. Die Bandbreite der Filter wird entsprechend der Anwendung ausgewählt, z. B. Wackeleffekt, Spurgeschwindigkeit usw.

Die festzulegenden Kenngrößen sind wie folgt:

- Verstärkungsfaktor;
- Bandbreite bei einer Dämpfung von 3 dB;
- Dämpfungsanstieg;
- Einschwingverhalten.